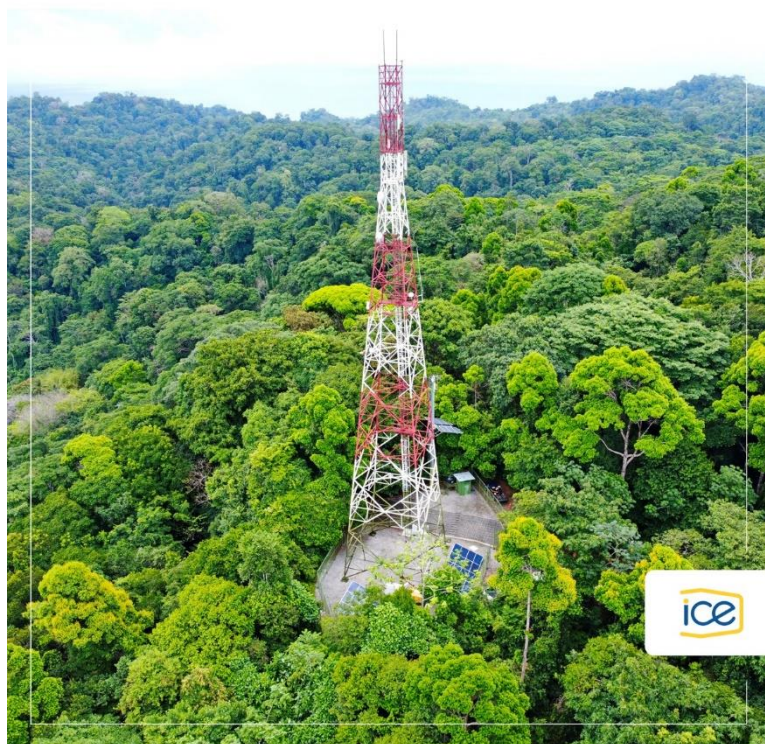


PROYECTO DE COOPERACIÓN TRIANGULAR

“ENERGÍA ASEQUIBLE Y SUSTENTABLE PARA EL PARAGUAY. IMPLEMENTANDO LA POLÍTICA ENERGÉTICA NACIONAL”

Informe Final de consultoría “Capacitación en diseño, operación y mantenimiento de plantas solares fotovoltaicas híbridas”



Torre de telecomunicaciones alimentada por un sistema híbrido FV + Diésel en el Bosque del Piro, Osa, Costa Rica. Créditos: Brayan López, ICE, 2021.

Firma consultora:

Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)

Número de contrato / Número de referencia:

83383621 / 15.2121.0-025.00

San José, Costa Rica, 29 de junio de 2021

Contenido

1. Introducción	3
1.1. Antecedentes	3
1.2. Objetivo de la consultoría.....	4
1.3. Metodología	4
2. Implementación de la capacitación.....	5
2.1. Temario abarcado	5
2.2. Metodología y herramientas	8
2.3. Equipo facilitador de la capacitación	9
2.4. Cronograma de sesiones	9
2.5. Material de sesiones.....	10
2.5.1. Presentaciones	10
2.5.2. Videos.....	10
2.5.3. Material entregado virtualmente a los participantes	11
3. Resultados.....	12
3.1. Conclusiones.....	12
3.2. Lecciones aprendidas	12
3.3. Participantes.....	13

1. Introducción

El Proyecto de Cooperación Triangular “Energía Asequible y Sustentable para el Paraguay: Implementando la política energética nacional” con Alemania, Uruguay y Paraguay, en ejecución desde marzo del 2019, apunta a contribuir con el desarrollo de mecanismos funcionales que incentiven el aprovechamiento y la incorporación de fuentes alternativas y competitivas de energías renovables y sustentables, en el marco de una matriz energética más “verde”, más diversificada, descentralizada y asequible.

Paraguay tiene características muy particulares desde el punto de vista de su desarrollo energético, se considera que la abundancia de energía hidroeléctrica es una ventaja comparativa y competitiva, ya que permite flexibilidad en la gestión y operación de su sistema eléctrico. Basados en la información establecida en los términos de referencia, se definen los siguientes antecedentes como punto de partida de la consultoría.

1.1. Antecedentes

En 2016 se promulgó la Política Energética de la República del Paraguay, en la que se plantea:

“Atender las necesidades de energía de la población y de todos los sectores productivos, con criterios de calidad, responsabilidad socioambiental y eficiencia; constituyéndose la energía en factor de crecimiento económico, desarrollo industrial y de progreso social, en el marco de la integración regional”

Bajo estas condiciones y aunado al marco normativo y legal, se presenta en el Paraguay la posibilidad de implementar proyectos tecnológicos de innovación en el área de Sistemas Aislados de Generación Eléctrica. Adicionalmente se considera una necesidad de introducción de nuevas fuentes de energía, para atender un posible incremento en la demanda, la cual no podrá ser atendida a largo plazo con las fuentes tradicionales hidroeléctricas.

Actualmente existen en Paraguay dos plantas solares fotovoltaicas híbridas (con generador diésel) situadas en el Destacamento Militar Joel Estigarribia (40 kWp); Departamento de Boquerón y el Destacamento Militar Mayor Lagerenza (40 kWp); Departamento de Alto Paraguay. Cuentan con 160 paneles solares, 1 generador eólico de 5kWp, un generador diésel y almacenamiento en bancos de baterías, para la provisión de energía eléctrica en los respectivos destacamentos militares durante las 24 horas.

Por su parte en Uruguay, el desarrollo de las energías renovables no tradicionales fue consecuencia de una Política Energética de largo plazo aprobada en el año 2008. Previamente Uruguay generaba energía eléctrica de forma centralizada a partir de sus cuatro represas hidroeléctricas y de dos centrales térmicas en Montevideo. En 2018 el 98 % de la energía eléctrica tuvo su origen en fuentes renovables. Entre los nuevos desafíos que enfrenta el sector energético en Uruguay, es el camino hacia la descarbonización de su matriz de energía eléctrica, incluyendo un alto porcentaje de renovables no gestionables.

Uruguay tiene una penetración de la electrificación del 99.7%, por lo que podría aprovechar el uso de tecnologías fotovoltaicas para completar los niveles de electrificación. En este país, también se cuenta con experiencias en instalaciones

aisladas solares fotovoltaicas o híbridas, para suplir las necesidades de suministro eléctrico a viviendas, actividades de riego y telecomunicaciones, entre otros. Por ejemplo, el programa “Luces para Aprender” busca el abastecimiento eléctrico de 90 escuelas.

1.2. Objetivo de la consultoría

Actualizar y fortalecer las capacidades técnicas en planificación, diseño, operación y mantenimiento de plantas híbridas solares fotovoltaicas y diésel de pequeña escala de los profesionales del sector energético del Paraguay.

1.3. Metodología

Desde febrero hasta mayo 2021 se tuvieron diferentes sesiones donde se definieron los posibles alcances de una capacitación que integrara los conceptos clave establecidos preliminarmente:

- Grupo electrógeno diésel. Los grupos electrógenos diésel proporcionan energía a través del consumo de combustible. La mayoría de las veces se usan en sitios de baja red (cortes de energía recurrentes) o fuera de la red como respaldo o principal recurso energético. Su costo operativo es alto debido a la necesidad constante de combustible para alimentar todos los equipos conectados, pero incluso puede aumentar debido al costo del combustible que fluctúa.
- Gestión del sistema SCADA. El sistema SCADA que se puede utilizar para monitorear, controlar y optimizar el rendimiento del sistema de generación o transmisión, siendo el puente entre los sistemas fotovoltaicos, los grupos electrógenos, baterías y las cargas.
- Sistema fotovoltaico. Un sistema fotovoltaico es una unidad de generación de energía completa, que consta de cualquier número de módulos y paneles fotovoltaicos. Los paneles fotovoltaicos están diseñados para absorber los rayos del sol como fuente de energía para generar electricidad. Utilizan la tecnología solar fotovoltaica (PV) que convierte la radiación solar en corriente continua. La capacitación deberá incluir el remplazo de paneles fotovoltaicos que conforman un string con diferentes especificaciones técnicas de los instalados (obsolescencia y discontinuidad de fabricación de paneles fotovoltaicos con las características técnicas de los instalados).
- Inversores solares. Un inversor solar es uno de los elementos más importantes del sistema de energía eléctrica solar. Convierte la salida de corriente continua variable (CC) de un panel solar fotovoltaico (PV) en la corriente alterna de 240 V (CA).
- Baterías. Se cuentan con baterías para almacenar el exceso de energía proporcionado por el sistema fotovoltaico. Por lo tanto, se utiliza cuando hay una falta o no hay producción de PV. La capacitación deberá analizar y explicar su experiencia en baterías de ion líquido para sistemas estabilizadores. Recomendaciones para futuros cambios.

Y que además cubriera los temas de: i) planificación de proyectos de generación híbrido diésel, ii) protecciones, iii) dimensionamiento y iv) tipos de contratos para proyectos de generación híbrido diésel. Se planteó un temario general orientado mayormente al diseño fotovoltaico, pero que dentro del cual se pudieran ir integrando los diferentes temas.

2. Implementación de la capacitación

Basado en la metodología planteada, se creó una capacitación que permitiera cubrir los conceptos requeridos y que presentara de manera adecuada a los profesionales del sector energético del Paraguay, los elementos para el diseño, implementación y operación de sistemas híbridos (FV+Diésel).

Después de un análisis del requerimiento, se planteó el siguiente compendio de ítems, como unidades didácticas para construir una capacitación con una gran amplitud de temas.

2.1. Temario abarcado

El siguiente listado de contenidos fue preliminarmente revisado entre las partes para validar si el mismo cumplía el alcance propuesto. Algunos temas explícitos del requerimiento fueron incluidos como parte del desarrollo de los temas presentados.

Objetivo Específicos	Contenido
1. Observar el fenómeno de la radiación y movimiento solar para discriminar la forma en que estos afectan una instalación solar fotovoltaica.	1. Energía solar 1.1. Energía radiante, radiación solar y constante solar. 1.2. Efecto atmosférico sobre la radiación. 1.3. Irradiancia e irradiación sobre una superficie 1.3.1. Instrumentos 1.4. Recorrido solar 1.4.1. Movimiento Tierra-Sol, estaciones 1.4.2. Diagrama polar 1.4.3. Diagrama lineal 1.5. Radiación directa, radiación global horizontal, radiación difusa 1.6. Zonas de mejor radiación
2. Describir el fenómeno de conversión de energía solar a otras energías aprovechables para diferenciar entre tecnologías que utilizan el recurso solar	2. Conversión de la energía solar 2.1. Procesos naturales, aprovechamiento térmico y aprovechamiento fotovoltaico. 2.2. Desarrollo de la electricidad fotovoltaica, efecto fotoeléctrico y efecto fotovoltaico. 2.3. Unión PN, recombinación y generación 2.4. Celda fotovoltaica
3. Identificar de manera general, los componentes básicos de una planta solar fotovoltaica para distinguir la función de cada uno dentro del proceso de generación eléctrica.	3. Componentes básicos de una planta de generación solar fotovoltaica 3.1. Paneles 3.2. Inversores 3.3. Transformadores 3.4. Otros elementos de una planta (sistema de control, seguridad, gestión)

<p>4. Comparar los tipos de tecnologías existentes en el mercado a fin de la generación de energía solar FV, para evaluar las posibilidades de uso según sus niveles de eficiencia y características básicas.</p>	<p>4. El panel solar, tipos y características</p> <p>4.1. Paneles de Silicio</p> <p>4.1.1. Policristalino</p> <p>4.1.2. Monocristalino</p> <p>4.2. Paneles de capa delgada</p> <p>4.2.1. Silicio Amorfo</p> <p>4.2.2. TeCd</p> <p>4.2.3. Cobre – Indio – Selenio (CIS)</p> <p>4.3. Características de los paneles</p> <p>4.3.1. Área</p> <p>4.3.2. Eficiencia</p> <p>4.3.3. Curvas V I y P V (máxima potencia)</p> <p>4.3.4. Afectación por temperatura (NOCT)</p> <p>4.3.5. Condiciones de prueba estándar</p> <p>4.3.6. Condiciones de funcionamiento nominal</p>
<p>5. Comparar los diferentes tipos de instalación solar fotovoltaica para incluir en un estudio de factibilidad las opciones disponibles en el mercado</p>	<p>5. Tipos de instalaciones fotovoltaicas</p> <p>5.1. Instalaciones aisladas</p> <p>5.2. Instalaciones conectadas a la red</p> <p>5.3. Diferencia entre componentes</p> <p>5.4. Ejemplos de instalaciones FV</p> <p>5.4.1. Instalaciones en techo</p> <p>5.4.2. Instalaciones en tierra</p> <p>5.4.3. Instalaciones con seguidores</p>
<p>6. Reconocer los componentes específicos de un sistema solar fotovoltaico, su ubicación y función, para visualizar los diferentes esquemas de conectividad posibles de una planta solar fotovoltaica.</p>	<p>6. Otros componentes</p> <p>6.1. Plantas aisladas</p> <p>6.1.1. Regulador de carga</p> <p>6.1.2. Baterías</p> <p>6.1.3. Inversor</p> <p>6.2. Plantas conectadas a la red</p> <p>6.2.1. Seguidores de potencia (MPPT)</p> <p>6.2.2. Inversor</p> <p>6.2.3. Protecciones</p> <p>6.3. Cajas de combinación</p> <p>6.4. Transformadores</p> <p>6.5. Sistemas de gestión (operación y mantenimiento)</p>
<p>7. Expresar objetivamente los beneficios y las desventajas de una planta de energía solar fotovoltaica formando criterios para su evaluación en diferentes contextos.</p>	<p>7. Beneficios y desventajas de la energía solar FV</p> <p>7.1 Beneficios de la energía solar fotovoltaica</p> <p>7.1.1. Recurso solar, ¿recurso ilimitado?</p> <p>7.1.2. Complemento de otras energías: hidroeléctrica, eólica. Verano vs. invierno</p> <p>7.1.3. Poco mantenimiento</p> <p>7.1.4. Menor complejidad de operación</p> <p>7.1.5. Conexión a red / sistema aislado, uso de la baterías</p> <p>7.2. Desventajas de la energía solar fotovoltaica</p> <p>7.2.1. Variabilidad</p> <p>7.2.2. Uso de área</p> <p>7.2.3. Horas con recurso solar definidas (no se espera producción nocturna, solo en caso de tener almacenamiento)</p>

	7.2.4. Ejercicio, caso de cliente, orientaciones y beneficios
8. Describir las características más comunes de una batería fotovoltaica, para tomarla en cuenta en el desarrollo de un proyecto aislado o conectado a la red.	8. Conceptos sobre baterías 8.1. Tipos de baterías 8.2. Capacidad 8.3. Conexión de baterías (serie y paralelo) 8.4. Ciclos de carga y descarga 8.5. Vida útil del banco de baterías 8.6. Reguladores de voltaje
9. Elegir los inversores apropiados para optimizar la producción en un prediseño de una de una planta solar fotovoltaica y las implicaciones que tiene en su inversión.	9. Elección de inversores 9.1. Tipos de inversores: string, centralizado, microinversor, con optimizador. 9.2. Rango de tensión de entrada 9.3. Potencia/Corriente de salida 9.4. Condicionantes de salida Estabilidad de la tensión 9.5. Funciones del inversor 9.6. Normas del inversor
10. Reunir información en un determinado emplazamiento para definir el tipo y dimensiones de una planta solar fotovoltaico.	10. Capacidad de una planta 10.1. Producción de un panel 10.2. Producción de una planta 10.3. Área mínima para un dimensionamiento de planta 10.4. Dimensionamiento de un sistema fotovoltaico: criterios de partida, estudio de las necesidades a cubrir, cargas y consumo 10.5. Práctica sobre cálculo de dimensionamiento de área
11. Visualizar los tipos de sombras que se presentan en una planta solar fotovoltaica para minimizar su impacto al establecer criterios básicos de diseño.	11. Sombreamiento en una planta solar 11.1. Tipos de sombras: sombras lejanas, sombras cercanas y sombras entre filas (pitch, azimut e inclinación). 11.2. Perfil de obstáculos en un diagrama 11.3. Variación de las sombras dentro de una planta 11.4. Modelado de sombras cercanas y sombras lejanas 11.5. Porcentaje de pérdidas según nivel de radiación (hora y posición solar) 11.6. Efectos del sombreamiento en el comportamiento de una planta 11.6.1 Efectos sobre una celda 11.6.2. Efectos sobre un panel 11.6.3. Efectos sobre una planta 11.7. Herramientas Solar Pathfinder

<p>12. Realizar paso a paso los cálculos y dimensionamiento para la evaluación de una planta solar fotovoltaica aislada.</p>	<p>12. Evaluación de planta solar fotovoltaica aislada 12.1. Cálculo para instalaciones fotovoltaicas aisladas: Evaluación del consumo; Margen de seguridad; Eficiencia del inversor; Evaluación del potencial de radiación solar; Elección de orientación/inclinación/pitch de los módulos, Balance de energía. 12.2. Dimensionamiento de instalación aislada: Cantidad de paneles, Baterías (días de autonomía, profundidad de descarga máxima, tensión de trabajo, capacidad de acumulación), Sistema de regulación.</p>
<p>13. Desarrollar un presupuesto de pérdidas para evaluar la producción de una planta solar fotovoltaica</p>	<p>13. Presupuesto de pérdidas 13.1. Hora solar pico equivalente 13.2. Incidencia en el plano (tablas k) 13.3. Factores atmosféricos 13.4. Conversión FV (eficiencia STC) 13.5. Pérdidas por temperaturas 13.6. Pérdidas por mismatch 13.7. Pérdidas óhmicas en el cableado 13.8. Eficiencia del inversor 13.9. Pérdida en el transformador 13.10. Albedo y pérdidas por acumulación de polvo</p>
<p>14. Generadores Diésel como apoyo a plantas de Generación FV</p>	<p>14. Generadores diésel 14.1 Potencia 14.2 Energía 14.3 Operación y mantenimiento</p>
<p>15. Desarrollar un estudio de caso de una instalación aislado con soporte de generación diésel con el software PVSyst para obtener la producción de una planta solar fotovoltaica</p>	<p>15. Caso de estudio para determinación de producción de una planta utilizando el software PVSyst</p>

2.2. Metodología y herramientas

Para impartir la capacitación se utilizó la herramienta de trabajo en línea Teams de Microsoft, esta herramienta permite compartir una presentación y que los participantes además interactúen con el presentador a través de un chat o por medio de voz, abriendo el micrófono para tal propósito.

Como herramienta de presentación se utilizó PowerPoint, apoyado con hojas de datos técnicos de diferentes proveedores de los equipos involucrados en la composición de un sistema híbrido, estas hojas están en su mayoría en formato PDF.

Adicionalmente todas las sesiones fueron grabadas y el material se compartió a través de correo electrónico y un repositorio en línea. Este repositorio tiene una fecha de caducidad (2 de julio) en caso de requerirse más tiempo para que puedan descargar los materiales deberá indicarse explícitamente vía correo electrónico para autorizar el ingreso a los materiales posterior a esta fecha.

2.3. Equipo facilitador de la capacitación

De parte del ICE participaron tres personas con experiencia en el tema, específicamente los siguientes:

Bernal Muñoz Castillo. Ingeniero Químico por la Universidad de Costa Rica, posee una maestría en Administración de la Ingeniería Electromecánica. Cuenta con 29 años de experiencia en el Instituto Costarricense de Electricidad. Ha coordinado el área de Conservación de Energía, con programas relacionados a: i) Eficiencia Energética, ii) Laboratorio de Eficiencia Energética, iii) Electrificación Rural con Sistemas Aislados y iv) Comunicación y Educación.

Rol durante la capacitación: Gestión administrativa y atención de consultas

Isaac Rojas Hernández. Ingeniero Eléctrico por la Universidad de Costa Rica, posee una maestría en Telemática. Cuenta con 13 años de experiencia en el Instituto Costarricense de Electricidad, ha trabajado en temas de investigación y desarrollo de energías alternativas. Actualmente es el Coordinador de Innovación y Desarrollo de Servicios de la División Distribución y Comercialización.

Rol durante la capacitación: Instructor principal

Luis Diego Ramírez Rodríguez. Ingeniero Eléctrico por la Universidad de Costa Rica. Cuenta con 23 años de experiencia en el Instituto Costarricense de Electricidad. Desarrolló el programa de electrificación rural mediante fuentes renovables, con un énfasis sobre los sistemas fotovoltaicos aislados por más de 18 años.

Rol durante la capacitación: Asesor experto

2.4. Cronograma de sesiones

Inicialmente la capacitación se planteó para 5 sesiones sincrónicas, sin embargo, por temas fuera de nuestro control se realizaron únicamente 4 sesiones sincrónicas, la sesión pendiente se incluyó dentro de los materiales asincrónicos para que los participantes pudieran acceder a la información y se completaran los temas.

Sesión	Fecha	Temas cubiertos
1, sincrónica	17 de junio de 2021 de 8:30 a.m. a 12:00 p.m.	1, 2, 3
2, asincrónica	Material enviado el 18 de junio de 2021	3, 4
3, sincrónica	22 de junio de 2021 de 8:30 a.m. a 12:00 p.m.	5, 6, 7
3, asincrónica	Material enviado el 23 de junio	8
4, sincrónica	24 de junio de 2021 de 8:30 a.m. a 12:00 p.m.	9, 10, 11, 12

4, asincrónica	Material enviado el 25 de junio	Ejemplos sobre tema 12
5, sincrónica	28 de junio de 2021 de 8:30 a.m. a 12:00 p.m.	13, 14, 15 y consultas adicionales

2.5. Material de sesiones

Todos los materiales estarán disponibles hasta el 2 de julio de 2021 inclusive para descarga. En caso de que se requiera ampliar dicha fecha deberán indicarlo directamente a Isaac Rojas Hernández por correo electrónico irojashe@ice.go.cr

2.5.1. Presentaciones

Las presentaciones se encuentran en formato PPTX, editables a través de Microsoft Power Point.

El enlace de las presentaciones es el siguiente:

<https://drive.google.com/drive/folders/1qGjvftXsAh-P36lmBj2pssz3nS2NPMb?usp=sharing>

Este enlace solo ha sido compartido en este documento, no con las participantes. A los participantes se les ha compartido las presentaciones en formato PDF.

2.5.2. Videos

Los videos, de las sesiones sincrónicas y asincrónicas pueden encontrarse en los siguientes enlaces:

Enlace para descarga del video	Enlace para visualización del video	Sesión	Modalidad	Tema
https://drive.google.com/file/d/1juRnWRNB4wbop5OWeWHj8MrtSabjY3zJ/view?usp=sharing	https://youtu.be/gpXzCNI8eTI	1	Sincrónica	1, 2, 3
https://drive.google.com/file/d/1avRfS26qT0Tx5Ont0Ax-OUtbf0GLtb88/view?usp=sharing	https://youtu.be/MTJoh0LCh-g	2	Asincrónica	Ejemplo 1
https://drive.google.com/file/d/1KBjlcOYjvTyb1w2f-0Ei05kT6-JEw4vY/view?usp=sharing	https://youtu.be/M161KBluOR0	2	Asincrónica	3
https://drive.google.com/file/d/1aY_BXbm5BieDkiU5MEW6u_HSbht0Sani/view?usp=sharing	https://youtu.be/Oezol0S4tU	2	Asincrónica	3
https://drive.google.com/file/d/10HOu2Rf93PP58XyfoXS8ljTH0WWM3Ve/view?usp=sharing	https://youtu.be/psNhNsBHLdk	2	Asincrónica	4
https://drive.google.com/file/d/1An8I3d2t_G44UwF_rkA3FtrZwEEed1zm4/view?usp=sharing	https://youtu.be/peylvvhHpUQ	2	Asincrónica	4

https://drive.google.com/file/d/1X5ONmUeohMm9GxYprtmohkG98_pgeyNv/view?usp=sharing	https://youtu.be/iXxrKwXKQBQ	3	Sincrónica	5, 6, 7
https://drive.google.com/file/d/1vNC9m-YLb4RUqq_pZfAIHsmut_OuLKZC/view?usp=sharing	https://youtu.be/On8mnLTmhvk	3	Asincrónica	8
https://drive.google.com/file/d/1c9lzIHjkwvTrbuwlsNBNIgzo5g6g-IW/view?usp=sharing	https://youtu.be/SBCZu2qjWPk	3	Asincrónica	8
https://drive.google.com/file/d/1EZWnX2-p5N_CKdMtQqNtc3CNMNPSEfR/view?usp=sharing	https://youtu.be/bAF9NhPqkNk	3	Asincrónica	15
https://drive.google.com/file/d/1ZoHnHmBv6SSziQJczm_lobUEm_fu0xZy/view?usp=sharing	https://youtu.be/RW1w7VIAGco	4	Sincrónica	9, 10, 11, 12
https://drive.google.com/file/d/1AxoN2EvgdIS_f-LMneZ-c40Jg8_MVUsM/view?usp=sharing	https://youtu.be/Yt1qW_971nE	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1OvzXg2a_vDes0C2mn_PcRRSsZbii9Luj/view?usp=sharing	https://youtu.be/hGzeTiO_vYY	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1UQtQtRdKpIDNljDSNRiOvSwJCFpd-mGI/view?usp=sharing	https://youtu.be/bFPi1P6840	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1rXP6cFbvX4AVrTFN7D5iEbTBNweWaRdD/view?usp=sharing	https://youtu.be/FTlt6pbdVs	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1aWNwFG7U6X3zzfyfi3twETSM_CWSjY1C/view?usp=sharing	https://youtu.be/8CXcnTPDDyo	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1enuWn7oVkhQ2kabM6c7sOS_XW-cwAnGh/view?usp=sharing	https://youtu.be/XwF67YNsjMc	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1ht4nAqYe4wb5YZqWdDiWTJ_KET9M8Gw0/view?usp=sharing	https://youtu.be/Q4X1IntqXiM	4	Asincrónica	12
https://drive.google.com/file/d/1EV1-hUEwSnyFpDYMCrbZz980TtQz-3Bh/view?usp=sharing	https://youtu.be/c-eatmxkIFk	5	Sincrónica	13, 14, 15

2.5.3. Material entregado virtualmente a los participantes

Conforme se avanzó en las sesiones se les hizo llegar a los participantes el conjunto de materiales que se puede localizar en el siguiente enlace:

<https://drive.google.com/drive/folders/1AKwIVE4VcAk2sNATLxCun8I60mNpEVk2?usp=sharing>

3. Resultados

3.1. Conclusiones

La metodología del curso tiene un objetivo con profundización en la planificación y en el diseño. Si estos dos elementos son sólidos, también lo serán las etapas de construcción y operación.

En cuanto a planificación y diseño se establecieron las bases y los procedimientos para determinar la factibilidad técnica de una instalación híbrida (solar FV y generador diésel), con criterios de diseño respecto a cada uno de los elementos que componen el sistema:

- Análisis del sitio, sombras lejanas y cercanas
- Paneles solares
- Cajas de conexión y protecciones propias del sistema fotovoltaico
- Inversores fotovoltaicos o reguladores de carga
- Bancos de baterías para almacenamiento
- Inversores bidireccionales para carga y descarga de las baterías
- Generadores diésel y su eficiencia (kWh por litro de combustible)

Los profesionales capacitados tienen criterios sobre la funcionalidad de cada uno de los elementos que componen un sistema híbrido y la posibilidad de diseñar, definir criterios de construcción, así como definir mejoras en operación y mantenimiento en instalaciones que ya se encuentren en operación.

3.2. Lecciones aprendidas

A partir de las consultas realizadas y las conversaciones entabladas durante las actividades se nota la gran aceptación hacia el tema que hay entre los participantes. Es recomendable que se creen otros espacios para actualizar a profundidad otros temas separando los temas de: i) diseño, ii) construcción y iii) operación y mantenimiento, ya que son temas muy específicos y diferentes entre sí.

De las consultas respecto a temas de integración de equipos de diferentes fabricantes y proveedores, se recomienda, basado en la experiencia que el ICE ha tenido con este tipo de sistemas híbridos, que las primeras contrataciones de este tipo de plantas incluyan además de los equipos:

- Componentes de asesoría en puesta en marcha
- Transferencia de conocimiento sobre la interoperabilidad de los equipos

Ya que las primeras experiencias de integración siempre son un reto para todos los involucrados, tanto proveedores, fabricantes, como interesados finales.

Adicionalmente se ahondó en el tema de educación del usuario final. Ya que todos los sistemas aislados tienen condiciones de energía y potencia limitantes, y no se puede crecer de forma desmesurada, por lo que entre los puntos por trabajar al instalar sistemas híbridos también habrá que incluir en los proyectos, programas educativos al usuario final, para hacer un mejor uso y aprovechamiento de las tecnologías disponibles en sitio.

Un tema más que se considera relevante que se debe abordar, es el tema de regulación desde el punto de vista de instalaciones eléctricos, códigos de construcción, etc. que es

un tema totalmente local, que depende de los entes responsables de regular las actividades constructivas y de ingeniería.

3.3. Participantes

Para registrar los participantes se les compartió individualmente por correo y en el chat de las sesiones un formulario. Recibimos más correos electrónicos que personas inscritas en el curso. La siguiente información corresponde a las personas completamente inscritas en la actividad y que tuvieron participación de esta.

Adriana Barrios González

Administración Nacional de Electricidad – ANDE, Paraguay
Departamento de Estudios de Tarifas y Mercado - Dirección de Planificación
Jefe de Sección
adriana_barrios@ande.gov.py

Andreo Benech

UTE, Uruguay
Generación Autónoma
Analista en Generación Autónoma
abenech@ute.com.uy

Andrés González

Dirección de recursos energéticos, Viceministerio de Minas y Energía, Paraguay
Jefe de Departamento de Energía Eléctrica
agonzalez@ssme.gov.py

Arleis Enrique Peralta Redes

Fuerza Aérea Paraguaya - Comando de Regiones Aéreas
Dirección de Talleres y Transporte
Adjunto Ayudantía
arleisjakarebaliija@hotmail.com

Blas Antonio Díaz Espínola

Administración Nacional de Electricidad, Paraguay
Departamento de Estudios de Transmisión
Ingeniero Junior
ingbade88@gmail.com

Cynthia Karina Santacruz Benítez

Administración Nacional de Electricidad (ANDE)
Departamento de Estudios de Transmisión
Ingeniero Industrial Jr
karinasantacruz93@gmail.com

Dario Peralta Sosa

ITAIPU Binacional, Paraguay
Asesoría de Energías Renovables
Asistente Técnico
dario.peraltas@gmail.com

Diana Valdéz

ANDE
Departamento de Estudios de Transmisión
Consultor
leti_barboza@hotmail.com

Enrique Buzarquis

Parque Tecnológico Itaipu – Paraguay
Área de Tecnologías Energéticas
Líder de proyectos
enrique.buzarquis@pti.org.py

Esteban Martínez Villalba

Viceministerio de Minas y Energía
Dirección de Energías Alternativas
Asistente Técnico
camorannessi26@gmail.com

Gerardo Alfonso Pereira Castillo

Viceministerio de Minas y Energía
Dirección de Energías Alternativas
Consultor en EE y ER
lomaforest_02@hotmail.com

Jorge Parra

Instituto Nacional Tecnología, Normalización y Metrología
Departamento de Eficiencia Energética
Jefe de Departamento
jparra@intn.gov.py

Jose Vallejos

ANDE - Administración Nacional de Electricidad
Avda España, 1268
Jefe Dpto Estudios de Generación
jose_vallejos@ande.gov.py

Lucas Narbondo

Ministerio de Industria, Energía y Minería, Uruguay
Dirección Nacional de Energía
Consultor Eléctrico
lucas.narbondo@miem.gub.uy

Marcelo Adrián Lezcano Benítez

MEC, Paraguay
Dirección General de Desarrollo Educativo
Técnico Docente
malezcano@gmail.com

Marcelo Barboza Torres

Parque Tecnológico Itaipu – Paraguay
Área de Tecnologías Energéticas
Ingeniero Junior
marcelo.barboza@pti.org.py

María de Lourdes Albornoz

Dirección Nacional de Energía, Ministerio de Industria Energía y Minería
Rincón 719 - Montevideo, Uruguay
Asesor Energía Eléctrica
lourdes.albornoz@miem.gub.uy

María Pía Olave Solari

Ministerio de Industria Energía y Minería, Uruguay
Dirección Nacional de Energía
Asesor Técnico
mariapia.olave@miem.gub.uy

Paola Rose Marie Duré

Administración Nacional de Electricidad
Departamento de Estudios de Tarifas y Mercado
Jefe de Sección Estudios de Mercado
paola_dure@ande.gov.py

Pedro Gardel

Itaipu Binacional
Asesoría de Energías Renovables
Gestor de proyectos
gardel@itaipu.gov.py

Raúl Emilio Amarilla Morales

ITAIPU Binacional
Asesoría de Energías Renovables
Gestor de Proyectos
raulemil@itaipu.gov.py

Roberto Benítez

Medio Ambiente, Entidad Binacional Yacyretá, Paraguay
Responsable Programa Gestión de la Energía
robertofba@hotmail.com

Tamatiá Colmán

Parque Tecnológico Itaipu – Paraguay

Área de Automatización y Control

Coordinador

tamatia.colman@pti.org.py

Adicionalmente se compartió la información a otros correos, sin embargo de estos no se tiene la información de contacto, departamento, institución, etc.

cromero@itaipu.gov.py

damiangimenez95@hotmail.com

energiateclim@gmail.com

frankz.lindstrom@pti.org.py

Gustavo.riveros@pti.org.py

katripsahir@gmail.com

martin.sanchez@miem.gub.uy

oscar_torres@ande.gov.py